https://www.engcopilot.com/

Reef4 version 4.4.3.1 - Edition 174 - Décembre 2013
Document : DTU 40.35 (NF P34-205-1/A1) (juin 2006) : Travaux de bâtiment - Couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Amendement A1 (Indice de classement : P34-205-1/A1)

norme française

NF P 34-205-1/A1
Juin 2006
DTU 40.35

Travaux de bâtiment
Couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues
Partie 1 : cahier des clauses techniques

DTU 40.35 - Building works - Roofing with profiled sheeting made of coated steel sheet - part 1 : technical clauses

DTU 40.35 - Bauarbeiten - Dachdeckung mit Rippenplatten aus beschichtetem Stahlblech - Teil 1 : Technische Vorschriften

Statut
Amendement A1 à la norme homologuée NF P 34-205-1 de mai 1997, homologué par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 mai 2006 pour prendre effet le 20 juin 2006.

Correspondance
A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux internationaux et européens traitant du même sujet.

Analyse
Le présent document est un amendement à la NF P 34-205-1 (Référence DTU 40.35) qui donne les dispositions particulières et complémentaires pour la réalisation de couvertures cintrées en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues.

Descripteurs
Thésaurus International Technique : bâtiment, couverture de bâtiment, tôle métallique, acier, plaque nervurée, revêtement métallique, matériau, dimension, épaisseur, conditions d'exécution, mise en oeuvre, pente, isolation thermique, ventilation, fixation, action des intempéries, entretien, état hygrométrique, cintrage, essai mécanique, calcul.

Sommaire

Liste des auteurs
Introduction
1 Domaine d'application
2 Références normatives
3 Termes et définitions
4 Dispositions générales
4.5 Dispositions spécifiques
5 Matériaux
5.7 Plaques nervurées cintrées en tôles d'acier revêtues
5.7.1 Plaques nervurées précintrées
5.7.1.1 Généralités
5.7.1.2 tolérances des plaques précintrées
5.7.1.2.1 généralités et contrôles
5.7.1.2.2 Cas des plaques précintrées lisses
5.7.1.2.3 Cas des plaques précintrées par crantage (voir paramètres en annexe Q)
5.7.2 Plaques nervurées cintrées à la pose

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

5.8 Accessoires
6 Prescriptions relatives aux travaux d'exécution
7 Dispositions particulières pour les couvertures cintrées
7.1 Mise en oeuvre
7.1.1 Conditions préalables requises concernant la charpente
7.1.2 Généralités
7.1.3 Pentes minimales
7.1.4 Longueur maximale du versant
7.1.5 Conditions particulières aux appuis
7.1.6 Recouvrements longitudinaux
7.1.7 Recouvrements transversaux
7.1.7.1 Généralités
7.1.7.2 Pentes
7.1.7.3 Spécificités liées au précintrage
7.1.7.3.1 Par crantage
7.1.7.3.2 Par cintrage lisse
7.1.7.3.2.1 Différents types de plaques
7.1.7.3.2.1.1 Plaques dont la géométrie n'est pas modifiée par cette opération
7.1.7.3.2.1.2 Plaques dont la géométrie est modifiée par cette opération
7.1.8 Assemblage des plaques à l'ossature
7.1.8.1 Dispositions générales ou particulières
7.1.8.2 Répartition et densité minimales des fixations
7.1.8.2.1 Répartition minimale
7.1.8.2.2 Densité minimale
7.1.8.3 Dispositions particulières relatives aux fixations de couture
7.1.9 Dispositions particulières pour la mise en oeuvre de couverture double peaux à trames parallèles
7.1.9.1 Généralités
7.1.9.2 Vérification de l'ossature secondaire et des fixations
7.1.9.2.1 Dans le cas du bac précintré
7.1.9.2.2 Dans le cas du bac cintré à la pose
7.1.9.2.3 Vérification des assemblages et des fixations
7.1.9.3 Peau intérieure - généralités
7.1.9.4 Entretoises
7.1.9.5 Fausses pannes
7.1.9.6 Peau extérieure
7.1.10 Ouvrages particuliers
7.1.10.1 Prescriptions communes générales
7.1.10.2 Pénétrations
7.1.10.3 Descriptions des accessoires précintrés
7.1.10.4 Jonctions des accessoires
7.1.10.4.1 Accessoires avec recouvrement
7.1.10.4.2 Accessoires avec éclisses
7.1.10.4.3 Fixations
7.1.10.5 Pente minimale et complément d'étanchéité
7.2 Toiture cintrée avec isolation thermique
7.2.1 Généralités
7.2.2 Précautions contre les risques de condensation
7.3 Choix des épaisseurs et des portées des plaques nervurées
7.3.1 Pour les plaques précintrées
7.3.2 Pour les plaques cintrées à la pose
Annexe M (normative) Application simplifiée des règles neige et vent pour les questions relatives au vent
M.1 Objet
M.2 Domaine d'application
M.3 Coefficients
M.3.1 Coefficients de site
M.3.2 Coefficients de dimension
M.3.3 Coefficients de pression
M.4 Dépressions
Annexe N (normative) Application simplifiée des règles neige en vigueur pour les questions relatives à la neige
N.1 Objet
N.2 Domaine d'application
N.3 Charges de neige
N.3.1 Cas des toitures de pente supérieure à 5 %
N.3.2 Cas des toitures de pente inférieure ou égale à 5 %
Annexe O (normative) Détermination des portées et des charges utiles des plaques nervurées précintrées
O.1 Généralités
O.2 Exécution des essais de flexion
O.2.1 Modalités
O.2.2 Configurations des maquettes
O.2.2.1 Généralités
O.2.2.2 Plaques nervurées précintrées par crantage
O.2.2.3 Plaques nervurées précintrées lisses
O.2.3 Essai sous charge concentrée
O.2.4 Essai sous charges linéaires descendantes
O.2.5 Essai sous charges linéaires ascendantes
O.3 Interprétation des résultats d'essais
O.4 valeurs de calcul
O.5 Portées des plaques nervurées précintrées
O.5.1 Approche par essai
O.5.2 Approche forfaitaire
O.6 Extrapolation
Annexe P (normative) Justification mécanique des plaques nervurées cintrées à la pose
P.1 Généralités
P.2 Détermination par calcul
P.2.1 Méthode générale
P.2.1.1 Principe
P.2.1.2 Méthodologie
P.2.1.3 Hypothèses
P.2.1.4 Portée limite d'utilisation l u des plaques nervurées cintrées à la pose
P.2.1.5 Action des charges descendantes

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

P.2.1.5.1 Intégrité - sécurité au montage - situation normale
P.2.1.5.2 Situation d'exploitation normale
P.2.1.6 Action des charges ascendantes
P.2.1.7 Vérification des fixations
P.2.1.8 Extrapolation en terme d'épaisseur
P.2.2 Méthode simplifiée
P.2.2.1 Domaine d'application
P.2.2.2 Portée limite d'utilisation l u
P.2.2.3 Méthodologie
P.2.2.4 Vérification des fixations
P.2.2.5 Extrapolation en terme d'épaisseur
P.3 Détermination par essai
P.3.1 Modalités de l'essai
P.3.2 Configuration de la maquette
P.3.3 Détermination de l'aptitude au cintrage
P.3.3.1 Charges descendantes
P.3.3.2 Charges ascendantes
Annexe Q (informative) Paramètres de cintrage et de précintrage
Q.1 Paramètres du cintrage
Q.2 Précintrage
Q.2.1
Q.2.2 Précintrage par crantage

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Membres de la commission de normalisation
Président :
Secrétariat : M BUTET - BNTEC/UNCP

- M ALLEMAND EXPERT
- ANTROPIUS CORUS BUILDING SYSTEM
- BAUMGARTNER BALAS MAHEY
- BENARD CAPEB
- BISSERY UMICORE
- BURDLOFF CSTB
- BUTET UNCP
- CAROFF BNTEC
- CRETON BN ACIER
- DUFOSSE ARCELOR CONSTRUCTION FRANCE
- DURAND MYRIAD
- FADET ARCELOR CONSTRUCTION FRANCE
- HERBIN CTICM
- HESLING AFNOR
- IZABEL SNPPA
- JOURDAN SFJF
- LEGO UNFCMP
- MICHEL BUREAU VERITAS
- NOGUES LE PLOMB FRANCAIS

MME PECHENARD AFFIX

- M PROTHON SOCOTEC
- ROYER SMAC ACIEROID
- SABE CSZC
- SASSOT CETEN-APAVE
- SAVARD ARCELOR CONSTRUCTION
- TISSOT CICLA
- VANNESTE CORUS BATIMENT - MONOPANEL
- VESCO UTB
- WIELEZYNSKI BNBA

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Introduction

Le présent document complète les articles 1 à 6 de la NF P 34-205-1 (Référence DTU 40.35) des dispositions particulières et complémentaires à la réalisation de couvertures cintrées.

Les plaques nervurées utilisées pour la réalisation de couvertures cintrées sont soit précintrées en atelier soit cintrées lors de leur pose.

Le choix du mode de cintrage des plaques nervurées dépend entre autre du rayon de courbure de la couverture.

> NOTE
> Généralement, lorsque les rayons de courbure des couvertures sont compris entre 2 m et 40 m, le cintrage des plaques nervurées est effectué en atelier (précintrage). Pour des rayons supérieurs, les plaques nervurées sont généralement cintrées lors de leur pose.

Pour chaque profil reconnu apte au cintrage par celui qui effectue cette opération, une valeur minimale du rayon de courbure est imposée du fait de sa géométrie et de l'épaisseur de la plaque nervurée. Cette valeur minimale du rayon de courbure dépend aussi :

- des possibilités de fabrication dans le cas de plaques nervurées précintrées ;
- des portées et des charges dans le cas de plaques nervurées cintrées à la pose.

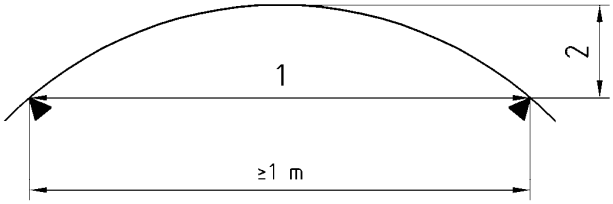
https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

1 Domaine d'application

Pour les couvertures cintrées, l'article 1 de la NF P 34-205-1 (Référence DTU 40.35) est complété, comme suit.

Le présent document vise uniquement les couvertures cintrées convexes pour lesquelles le rapport de flèche sur portée des plaques nervurées reposant au moins sur 3 appuis est au maximum de 1/10. La distance entre appuis consécutifs est supérieure ou égale à 1 m et le rayon est constant par plaque (voir Figure 1).



Légende

1 Portée

2 Flèche

Figure 1 Rapport flèche/portée inférieur ou égal à 0,1

NOTE
Les accessoires ou les façonnés cintrés qui sortent de ces limites ne relèvent pas du présent document.

Le présent document s'applique :

- aux ouvrages de couverture chaude cintrée convexe simple peau avec isolation sur panne (voir Figure 2) ;
- aux ouvrages de couverture chaude cintrée convexe double peau à trames parallèles ;
- dans tous les cas les génératrices de la couverture sont parallèles entre elles.

Le présent document ne vise ni les cintrages (Figure 3) concaves ni les toitures froides.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NF P 30-305
Couverture de bâtiment - Compléments d'étanchéité préformés pour couverture métallique - Spécifications - Essais.
NF P 34-205-1,
Travaux de bâtiment - Couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues - Partie 1 : Cahier des clauses techniques (Référence DTU 40.35).
NFP 34-503
Plaques profilées en tôles d'acier revêtues ou non et panneaux - Essais de flexion sous charges linéaires et/ou sous charges concentrées.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, l'article 3 de la NF P 34-205-1 (Référence DTU 40.35) est complété par les définitions suivantes.

3.4 cintrage convexe

cintrage tel que le centre de courbure est à l'intérieur du bâtiment et les plaques sont toujours posées en nervures saillantes

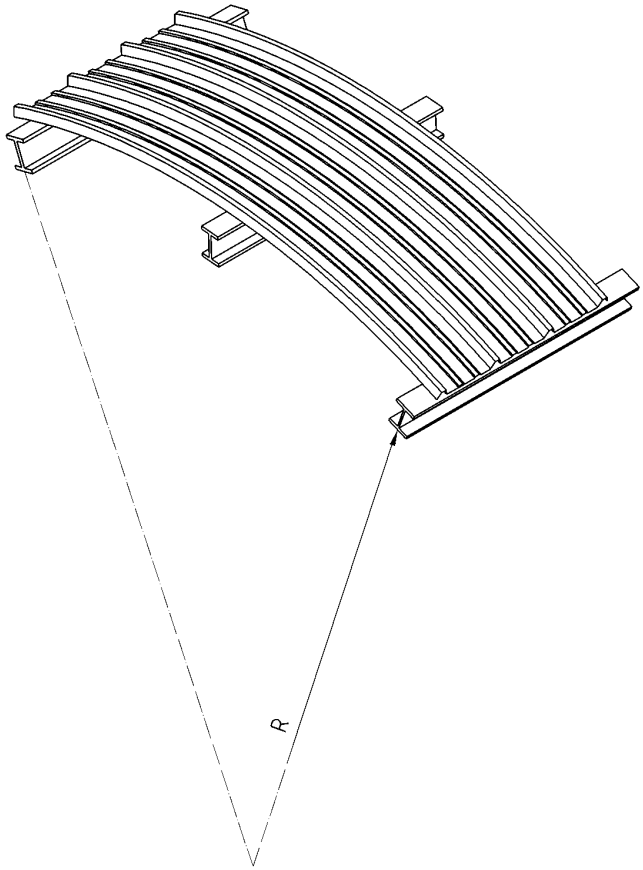


Figure 2 Cintrage convexe

3.5 cintrage concave

cintrage tel que le centre de courbure est à l'extérieur du bâtiment

NOTE
Il est rappelé que le présent document ne vise pas ce type de cintrage.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

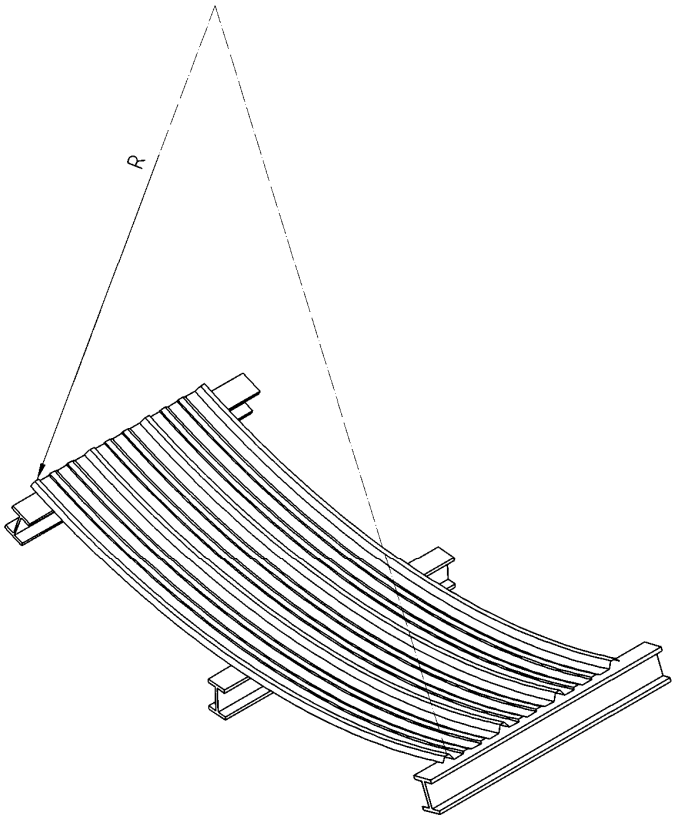


Figure 3 Cintrage concave (non visé par le présent document)

3.6 plaque nervurée précintrée

plaque nervurée cintrée obtenue à partir d'une plaque nervurée droite conforme àl'article 5 Une plaque nervurée précintrée peut se présenter sous deux formes : - précintrée lisse ; - précintrée par crantage.

3.6.1 plaque nervurée précintrée lisse

plaque nervurée précintrée obtenue par roulage sur machine à galets

NOTE
Il existe, du fait du procédé, des parties droites en extrémité d'une plaque nervurée précintrée.

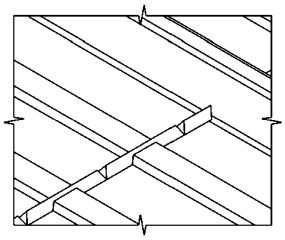
3.6.2 plaque nervurée précintrée lisse avec raidisseurs

plaque nervurée précintrée pour laquelle en plus de la présence des raidisseurs en plage, la géométrie de la plaque nervurée droite peut être légèrement modifiée lors du précintrage

3.6.3 plaque nervurée précintrée par crantage

plaque nervurée précintrée par crantage obtenue par emboutissage

NOTE 1
La déformation mécanique a pour effet de raccourcir la plage sous forme de crans consécutifs en plage.
NOTE 2 La géométrie obtenue est une succession de plis et de parties droites (forme polygonale).
NOTE 3 Il convient que la forme des crans permette l'écoulement des eaux de pluie.



https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Figure 4 Détail de forme pour écoulement des eaux

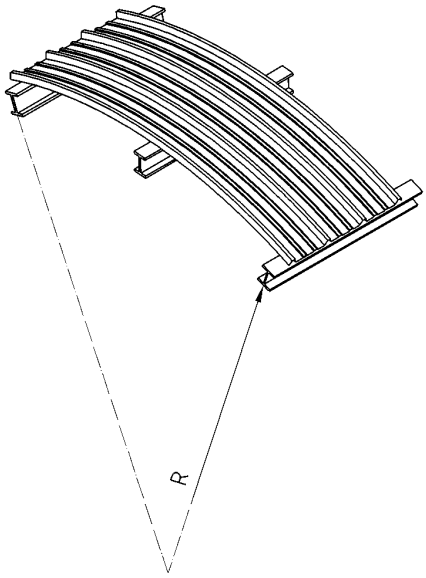


Figure 5 Cintrage convexe par crantage

3.7 plaque nervurée cintrée à la pose

plaque nervurée droite conforme à l'article 5 , qui épouse la forme de la charpente au cours de la fixation sur appuis

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

4 Dispositions générales

4.5 Dispositions spécifiques

Pour les couvertures cintrées, la pente de la couverture au droit de chaque appui et le rayon de courbure de l'épure de la charpente sont des éléments à préciser par le maître d'oeuvre.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

5 Matériaux

Pour les couvertures cintrées, l'article 5 de la NF P 34-205-1 (Référence DTU 40.35) est complété par les paragraphes suivants :

5.7 Plaques nervurées cintrées en tôles d'acier revêtues

5.7.1 Plaques nervurées précintrées

5.7.1.1 Généralités

Le précintrage est réalisé en atelier chez le fabricant ou sous sa responsabilité directe.

> NOTE
> Les autres cas ne sont pas visés par le présent document.

Les plaques nervurées précintrées et pour chaque type de précintrage, doivent faire l'objet d'une fiche technique établie par le fabricant définissant :

- les rayons de cintrage possibles et les longueurs maximales développées des plaques nervurées précintrées ;
- l'acier utilisé : norme de référence, classe d'acier, classe de tolérances ;
- les indications de limitation de destination des revêtements et de pente minimale pour chacun d'entre eux (produit nervuré précintré par rapport au produit nervuré droit) ;

La fiche technique précisera quand la méthode forfaitaire définie en O.5.2 n'est pas utilisée :

- le numéro du rapport d'essais de flexion pour déterminer les portée utiles ;
- le nom de l'organisme qui a validé les essais ayant conduit à la détermination de ces données ;
- la référence à l'Annexe O ;
- si la géométrie de la plaque droite est modifiée ou non par le précintrage ;
- les éléments nécessaires à la définition des portées et des charges utiles par référence aux dispositions définies dans l'Annexe O .

> NOTE
> Le comportement en flexibilité des plaques nervurées cintrées est implicitement vérifié par la fiche technique de base du produit non cintré (voir article O.5).

5.7.1.2 *tolérances des plaques précintrées*

5.7.1.2.1 *généralités et contrôles*

Les fiches de contrôle sont établies en atelier.

Les opérations nécessaires (emboîtement, gabarit, etc) sont réalisées en atelier afin de garantir que la tôle précintrée s'adapte à la géométrie de charpente support du projet.

> NOTE
> Le précintrage est le résultat d'opérations de parachèvement en atelier adaptées à la fois à la géométrie des plaques droites utilisées, au matériel de cintrage dont dispose le fabricant, à la définition de forme en long recherchée des plaques d'après le calepinage.

5.7.1.2.2 Cas des plaques précintrées lisses

La tolérance sur la largeur utile est de ± 5 mm sur une largeur nominale de 1000 mm.

La tolérance sur le rayon de cintrage est de ± 5 %.

La tolérance sur la flèche est de ± 3 %.

La tolérance sur la corde est de ± 1 %.

5.7.1.2.3 Cas des plaques précintrées par crantage (voir paramètres en annexe Q)

Le moyen d'ajustement, en particulier du rayon de façonnage des tôles précintrées par crantage consiste à choisir l'angle des plis (ω) et leur espacement (E).

Les grandeurs contrôlées sont :

- l'angle total (α) ;
- la corde totale (C) ;
- la flèche totale (débords droits inclus) ;
- les longueurs des débords gauche et droit (A, B).

5.7.2 Plaques nervurées cintrées à la pose

Ces plaques sont des plaques droites conformes à l'article 5 .

Pour les zones de pente inférieure à 5 %, il convient de consulter le fabricant sur le choix du revêtement adapté pour le chantier concerné.

5.8 Accessoires

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Leur conception et leur réalisation sont adaptées à la courbure de la couverture.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

6 Prescriptions relatives aux travaux d'exécution

Après l'article 6 de la NF P 34-205-1 (Référence DTU 40.35) il est ajouté l'article 7 ci-après.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

7 Dispositions particulières pour les couvertures cintrées

7.1 Mise en oeuvre

7.1.1 Conditions préalables requises concernant la charpente

Dans le présent document, les efforts dus à l'effet voûte sur l'ossature sont négligés pour l'évaluation des actions sur appuis (voir article 1 pour la condition relative au ratio flèche sur portée).

Toutefois, dans le cas du cintrage à la pose d'une plaque, le dimensionnement des pannes devra prendre en compte les efforts résultants de la mise en oeuvre de cette plaque (effort perpendiculaire au plan de la couverture).

A défaut de calcul précis, l'intensité forfaitaire de ces efforts se calcul de la manière suivante :

$F = \gamma_F 3 E I_3 / (R L)$

avec :

- E : le module d'élasticité de l'acier pris égal à 210 000 MPa ;
- I_3 : l'inertie de la plaque non cintrée définie sur la fiche technique du fabricant ;
- R : le rayon de courbure ;
- L : la portée de la plaque ;
- γ_F : le coefficient de pondération des charges en fonction de l'état limite considéré.

Il est rappelé que dans le cadre des états limites ultimes, cette action est considérée comme permanente $\gamma_F = 1,35$.

La courbure de la couverture est donnée par l'ossature.

Les appuis doivent être parallèles au plan de tangence de la couverture.

7.1.2 Généralités

La mise en oeuvre s'effectue par bandes à partir de l'égout vers le faîtage.

> NOTE
> Au démarrage des travaux de pose des plaques cintrées, le maître d'oeuvre pourra procéder à un constat sur site du bon montage, emboîtement des premières plaques.

Dans le cas de cintrage à la pose afin de mieux répartir les efforts, chaque plaque nervurée doit être posée sur 4 appuis et plus. Toutefois, la pose sur 3 appuis est envisageable moyennant une étude justificative telle que définie à l'article P.2.1 ou justifiée par un essai conformément à l'article P.3 . De plus, aucune pénétration ponctuelle n'est admise et la fixation à l'ossature s'effectue progressivement à partir d'une extrémité de plaque nervurée.

7.1.3 Pentes minimales

Un faîtage à pente nulle est admis pour les couvertures cintrées à deux versants à condition qu'il n'existe dans la zone de pente comprise entre 0 % et la pente indiquée au tableau 2 ni recouvrements transversaux, ni pénétrations à l'exception de celles soudées en atelier qui ne sont possible que pour les plaques précintrées (voir H 2.4.3).

Le Tableau 1 indique la valeur minimale à adopter pour la pente en égout des couvertures cintrées ne comportant qu'une seule tôle couvrant les deux versants.

Ce tableau s'applique également pour la pente minimale des extrémités hautes non recouvertes par une plaque, dans le cas des couvertures à un seul versant.

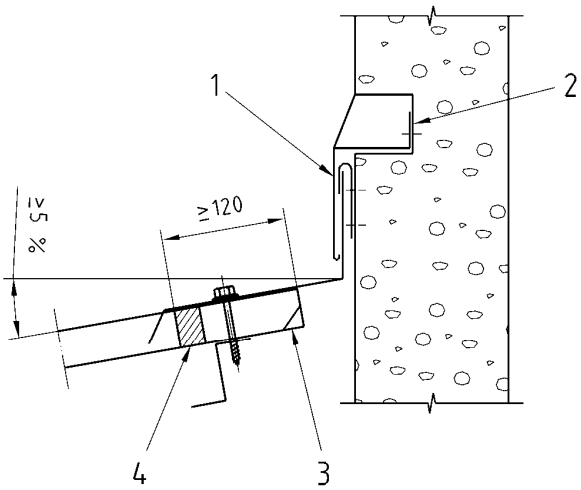
	Zone de concomitance vent pluie suivant annexe E		
Hauteur des nervures h en mm	**Zone 1**	**Zone 2**	**Zone 3**
h ≥ 35	5 %	5 %	5 %
h < 35	7 %	7 %	15 %

Tableau 1 Valeur minimale pour la pente en égout

Un bord relevé est nécessaire en extrémité haute non recouverte par une plaque de tôle dans la couverture cintrée lorsque la pente au niveau de celui-ci est inférieure à 10 %. Lorsque cette pente est supérieure ou égale à 5 % tout en étant inférieure à 7 %, un contre-closoir est nécessaire en complément du bord relevé (voir figure 6).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Bande de Solin

2 Solin

3 Bord relevé

4 Contre closoir

Figure 6 Extrémité haute non recouverte par une plaque

Le Tableau 2 indique la valeur minimale à adopter pour la pente du premier recouvrement transversal à partir du faîtage pour les couvertures cintrées réalisées avec plusieurs plaques nervurées cintrées.

Hauteur des nervures h en mm	**Zone 1**	**Zone 2**	**Zone 3**
h ≥ 35	7 %	7 %	7 %
h < 35	7 %	7 %	15 %

Tableau 2 Valeur minimale pour la pente du 1 er recouvrement transversal à partir du faîtage

Les valeurs des pentes indiquées dans les tableaux précédents sont celles figurant sur le plan de la couverture.

NOTE
Le traitement des recouvrements est traité en 7.1.7 .

En conséquence, un rayon de courbure maximum est à respecter en fonction de la longueur de la plaque d'une part et de la pente minimale données dans les tableaux 1 et 2 à respecter d'autre part (voir tableau 3 ci après).

Rayon de courbure maximum en m			
Longueur de l'élément (m)	Pente 5 %	Pente 7 %	Pente 15 %
4,00	40	29	13
8,00	80	57	27
10,00	100	71	34
12,00	120	85	40
15,00	150	107	50

Tableau 3 Rayon de courbure maximum

7.1.4 Longueur maximale du versant

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Le présent document ne s'applique qu'aux longueurs développées de couvertures cintrées ne dépassant pas 40 m par versant.
Lorsque les nervures ont une hauteur inférieure à 35 mm, cette longueur est limitée à 30 mètres par versant.

7.1.5 Conditions particulières aux appuis

Les prescriptions du 4.4.4 doivent être respectées, en particulier les largeurs d'appui, qui ne doivent pas dépasser 120 mm.

7.1.6 Recouvrements longitudinaux

Les prescriptions du 6.1.2 doivent être respectées.
Toutefois, pour les couvertures cintrées à deux versants réalisées soit avec des plaques nervurées cintrées de hauteur de nervure inférieure à 35 mm soit avec des plaques nervurées précintrées par crantage :

- des compléments d'étanchéité sont nécessaires dans les zones où la pente est comprise entre 0 % et la pente minimale indiquée dans le Tableau 2 (voir 7.1.3) sur toute la longueur de la plaque nervurée cintrée concernée (voir Figure 7) ;
- le complément d'étanchéité doit être conforme à la norme NF P 30-305 ;
- la mise en oeuvre d'un complément d'étanchéité longitudinal entraîne la pose d'un complément d'étanchéité transversal.

Figure 7 Position du complément d'étanchéité longitudinal

NOTE
La mise en place des joints longitudinaux peut légèrement modifier l'aspect visuel de l'emboîtement.

7.1.7 Recouvrements transversaux

7.1.7.1 Généralités

Les recouvrements transversaux se font toujours au droit des appuis.

7.1.7.2 Pentes

Dans le cas de pose avec complément d'étanchéité, les valeurs du recouvrement transversal et du complément d'étanchéité à mettre en oeuvre sont indiquées dans le Tableau 4 .

Pente p (%)	**Valeur R** (mm)	**Nombre de C.E** [a)]
$7 \leq p < 15$	$150 \leq R \leq 200$	1
$p \geq 15$	$150 \leq R < 200$	1
	$R \geq 200$	0
a) C.E : complément d'étanchéité.		

Tableau 4 Recouvrement transversal et complément d'étanchéité

La réalisation des recouvrements se fait selon la Figure 8 .
Le complément d'étanchéité est conforme à la norme NF P 30-305 et est disposé au plus à 3 cm de l'axe de la fixation.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

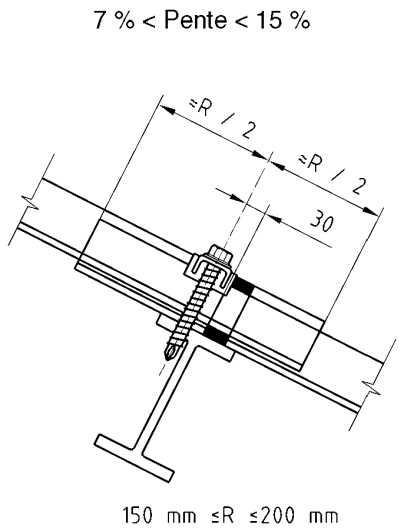


Figure 8 Position du complément d'étanchéité transversal

7.1.7.3 Spécificités liées au précintrage

7.1.7.3.1 Par crantage

Pour les jonctions entre plaques nervurées précintrées par crantage, l'extrémité haute de la plaque nervurée inférieure ne possède pas de crans sur la longueur du recouvrement transversal nécessaire.

7.1.7.3.2 Par cintrage lisse

7.1.7.3.2.1 Différents types de plaques

Il existe deux types de plaques :

- les plaques dont la géométrie n'est pas modifiée par cette opération ;
- les plaques dont la géométrie est modifiée par cette opération.

NOTE
La fiche technique du profil précise le type de plaque.

7.1.7.3.2.1.1 Plaques dont la géométrie n'est pas modifiée par cette opération

Les raccordements entre plaques nervurées droites et plaques nervurées précintrées lisses sont autorisés uniquement lorsque les plaques nervurées précintrées lisses ne possèdent pas de raidisseurs complémentaires ou modifiés du fait du procédé de précintrage.

7.1.7.3.2.1.2 Plaques dont la géométrie est modifiée par cette opération

Dans ce cas, la forme des plages de la plaque précintrée lisse est différente de celle de la plaque droite ayant servie à sa fabrication.

Lors du recouvrement de ces plaques avec une plaque droite, la plaque droite est modifiée en atelier sous la responsabilité du fabricant, pour adopter le même dessin de profil afin de permettre l'emboîtement.

7.1.8 Assemblage des plaques à l'ossature

7.1.8.1 Dispositions générales ou particulières

Les prescriptions des 6.1.4.1 et 6.1.4.2. sont respectées.

Toutefois, les particularités des couvertures cintrées font que :

- seule la fixation en sommets de nervures est admise ;
- pour les plaques nervurées cintrées à la pose, la fixation par boulons crochets et agrafes est interdite.

7.1.8.2 Répartition et densité minimales des fixations

7.1.8.2.1 Répartition minimale

Les dispositions du 6.1.4.3.1 sont applicables aux plaques nervurées précintrées (lisses et crantées).

Pour les plaques nervurées cintrées à la pose, toutes les nervures principales doivent être fixées sur chaque panne.

7.1.8.2.2 Densité minimale

Les dispositions du 6.1.4.3.2 sont applicables aux plaques nervurées cintrées. En particulier, pour tenir compte forfaitairement des efforts accrus du vent intéressant la couverture, toutes les nervures principales doivent être fixées :

- sur la dernière et l'avant-dernière panne avant l'égout extérieur ;

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- sur la dernière et l'avant-dernière panne avant le faîtage lorsque la toiture est à un seul versant ;
- sur chaque panne, pour la ou les plaques situées en rive couronnant un mur pignon sur :
  - le dixième de la hauteur au faîtage ;
  - une largeur au moins égale à 1 m ;
  - un nombre entier de plaques.

7.1.8.3 Dispositions particulières relatives aux fixations de couture

Les fixations de coutures sont mises en oeuvre à l'avancement après la pose de toutes les fixations sur les appuis.

Les plaques nervurées cintrées sont couturées à leurs recouvrements longitudinaux à l'aide de fixations prévues à cet usage (voir Tableau K.5) selon l'espacement maximal indiqué dans le Tableau 5 .

	Plaques nervurées		
Pente p en %	**Précintrées lisses**	**Précintrées par crantage**	**Cintrées à la pose**
p < 10	0,50 m	0,50 m	0,50 m
10 ≤ p	1,00 m	0,50 m	1,00 m

Tableau 5 Espacement maximal des fixations de couture

La fixation sur panne des nervures de recouvrement longitudinal est également considérée comme une fixation de couture.

7.1.9 Dispositions particulières pour la mise en oeuvre de couverture double peaux à trames parallèles

7.1.9.1 Généralités

Le présent paragraphe définit les dispositions particulières et complémentaires au 6.4 . Il s'applique aux systèmes dont les fausses pannes sont fixées à des entretoises elles-mêmes fixées sur les pannes supports de la peau intérieure.

7.1.9.2 Vérification de l'ossature secondaire et des fixations

7.1.9.2.1 Dans le cas du bac précintré

Les indications du 6.4.2 doivent être respectées.

7.1.9.2.2 Dans le cas du bac cintré à la pose

Les indications du 6.4.2 de la norme doivent être respectées en tenant compte de l'effet de la courbure de la couverture et du mode de cintrage sur l'intensité et la direction des efforts à reprendre.

Une évaluation forfaitaire de ces efforts spécifiques est donnée au 7.1.1 .

> NOTE
> Cette étude préalable (concernant les ossatures, leurs appuis, les assemblages ...) peut nécessiter l'intervention d'un bureau d'études spécialisé en éléments minces.

7.1.9.2.3 Vérification des assemblages et des fixations

Les dispositions du6.4.7 doivent être respectées, en tenant compte de l'effet de la courbure de la couverture et du mode de cintrage sur l'intensité et la direction des efforts à reprendre par la fausse panne. Une évaluation forfaitaire de ces efforts spécifiques est donnée au 7.1.1 .

7.1.9.3 Peau intérieure - généralités

Elle est définie par les dispositions données à l'article 5 .

a. Sens de pose : il est le même que celui de la peau extérieure, c'est-à-dire avec les nervures saillantes.
b. Recouvrements longitudinaux : ils sont réalisés par emboîtement des nervures principales de rive.
c. Recouvrements transversaux : ils sont réalisés par superposition des extrémités de profil au droit d'une panne. Le recouvrement minimal est de 50 mm.
d. Assemblage - Fixations :

   L'assemblage des plaques nervurées cintrées à l'ossature se fait à l'aide de :
   - vis auto-perceuses ou auto-taraudeuses pour supports métalliques ;
   - vis auto-perceuses ou auto-taraudeuses pour supports bois ;
   - tire-fond à bourrer ou à visser ;
   - clous à percussion (relevant de l'Avis Technique).

   Dans tous les cas, ces fixations doivent avoir une rondelle de répartition ou une embase de diamètre 15 mm minimum.

   Les fixations sont disposées en plage à la base des nervures principales.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

La densité minimale est définie en respectant les conditions minimales indiquées dans le Tableau 6 .

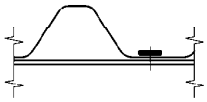
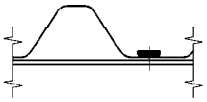
		Plaques nervurées	
Nervure	**Panne**	**Précintrées**	**Cintrées à la pose**
Recouvrement longitudinal	Chaque panne		
Autres nervures	panne sablière panne faîtière panne de recouvrement transversal de profil pénétrations dans les conditions des 7.1.2 et 7.1.3	Toutes nervures fixées 	Toutes nervures fixées 
	— autres pannes intermédiaires	1 nervure intermédiaire fixée par plaque	Toutes nervures fixées

Tableau 6 Densité minimale de fixation

La couture des plaques au recouvrement longitudinal se fait à l'aide de vis ou de rivets ø 4,8 mm minimum, à raison d'un espacement maximum entre deux fixations de 1 mètre.

7.1.9.4 Entretoises

Les entretoises sont systématiquement utilisées.

a. Emplacement : elles se posent à cheval sur les nervures au droit de la panne.
b. Assemblage : les dispositions du b) du paragraphe 6.4.4 doivent être respectées.

7.1.9.5 Fausses pannes

Les dispositions du 6.4.5 doivent être respectées.

7.1.9.6 Peau extérieure

Les dispositions générales de mise en oeuvre des plaques nervurées cintrées du présent document sont applicables.

7.1.10 Ouvrages particuliers

7.1.10.1 Prescriptions communes générales

Voir dispositions du 6.2 .

7.1.10.2 Pénétrations

Aucune pénétration ponctuelle n'est admise lorsque les plaques sont cintrées à la pose.

Dans le cas de profil précintré, aucune pénétration à l'exception de celles soudées en atelier n'est admise pour des pentes comprises entre 0 % et celles indiquées au Tableau 2 (voir 7.1.2).

7.1.10.3 Descriptions des accessoires précintrés

Les accessoires sont constitués de 2 éléments assemblés. L'un d'eux est découpé selon la courbure à respecter.

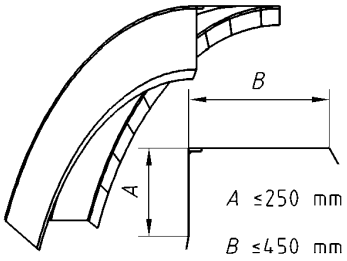
L'assemblage des deux pièces est réalisé en usine soit :

- par un assemblage mécanique ;
- par sertissage par lock former ;
- par vissage ou rivetage ;
- par collage structural par le fabricant des plaques (capacité de la colle en traction cisaillement 20 MPa minimum).

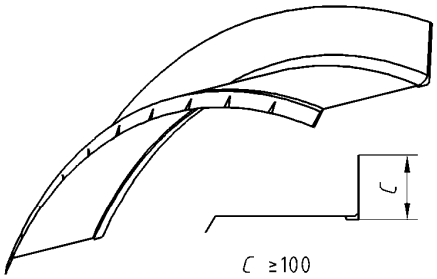
https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

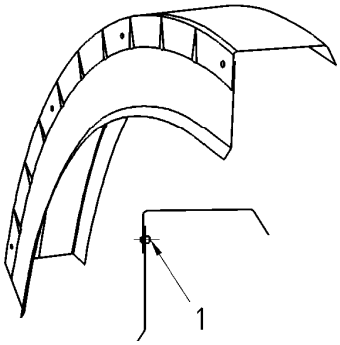
Rives de pignon



Rives contre mur



Rive pignon 2 pièces



Légende

1 Assemblage par rivets ou vis couture

Figure 9 Accessoires cintrées

La largeur de bande de l'accessoire cintré en recouvrement avec le plan de couverture, doit avoir une largeur maximale de 45 cm.

7.1.10.4 Jonctions des accessoires

7.1.10.4.1 Accessoires avec recouvrement

Les dispositions suivantes doivent être respectées :

- le recouvrement minimal sera de 200 mm avec une pente minimale de 5 % ;
- aucun emboutissage ne sera réalisé en extrémité dans les zones destinées à être recouvertes.

7.1.10.4.2 Accessoires avec éclisses

Ce système est généralement utilisé lorsque les pièces ne peuvent pas être aboutées par superposition.

L'éclisse doit être conçue et mise en oeuvre de manière à préserver la continuité des fonctions d'étanchéité et ceci avec les deux pièces à rabouter.

Les éclisses sont réalisés avec le même matériau et le même revêtement que l'accessoire.

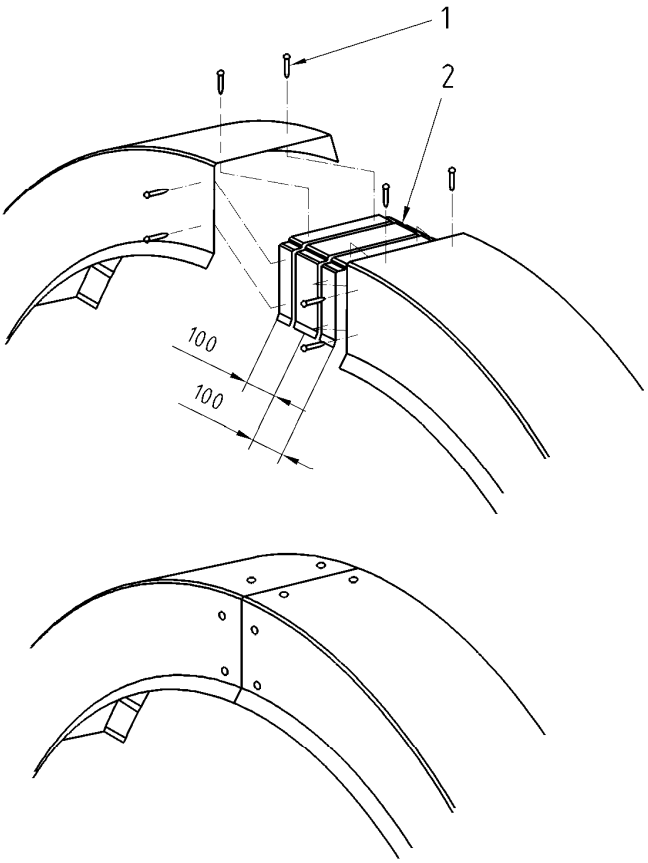
La longueur d'un accessoire est de 4 m maximum.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Il est recommandé de solidariser l'éclisse avec une seule des extrémités à rabouter.

Joint par éclissage



Légende

1 Fixation couture

2 Complément d'étanchéité joint butyl

Figure 10 Eclisse

7.1.10.4.3 Fixations

La fixation des accessoires sur nervures de la couverture cintrée et sur la retombée ou la remontée de bardage est effectuée de la manière suivante :

- le couturage est effectué avec des vis de diamètre 4,8 mm minimum ;
- l'espacement des fixations est de 0,5 m maximum.

7.1.10.5 Pente minimale et complément d'étanchéité

Les pentes minimales et les compléments d'étanchéité éventuellement nécessaires sont donnés dans le Tableau 7 .

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Pente transversale p (%)	Mode de jonction	Nombre de CE conformes à la norme NF P 30-305
P < 5	Éclisses	2 (1 à chaque extrémité)
5 ≤ p ≤ 7	Éclisses	2 (1 à chaque extrémité)
	Recouvrement	1
7 < p	Éclisses	2 (1 à chaque extrémité)
	Recouvrement	0

Tableau 7 Pente minimale et complément d'étanchéité nécessaire

7.2 Toiture cintrée avec isolation thermique

7.2.1 Généralités

Il est rappelé que les couvertures cintrées doivent être conçues en toiture chaude au sens du 3.3.
La mise en oeuvre de l'isolant pour chaque procédé doit être conforme aux 6.5.2.2 et 6.5.2.4 .

7.2.2 Précautions contre les risques de condensation

Les dispositions des 6.6.3.2 et 6.6.3.4 doivent être respectées.

7.3 Choix des épaisseurs et des portées des plaques nervurées

La portée est égale à la distance droite entre axe des appuis (cordes).

7.3.1 Pour les plaques précintrées

Pour chaque type de cintrage, la fiche technique définit, épaisseur par épaisseur, la portée limite L_c et les coefficients de réduction des charges K_a et K_d par rapport aux performances des plaques droites (voir article O.3).

Les plaques nervurées précintrées sont vérifiées uniquement du point de vue résistance, pour les sollicitations caractéristiques dues à l'action des charges décrites au 4.1 .

NOTE
Le comportement en flexibilité des plaques nervurées cintrées est implicitement vérifié par la fiche technique de base du produit non cintré (voir article O.5).

7.3.2 Pour les plaques cintrées à la pose

L'aptitude à l'emploi de la plaque est établie par le fabricant à partir de la géométrie, des charges, du rayon de cintrage, du système de pose tel que définie dansl'Annexe P .

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe M (normative) Application simplifiée des règles neige et vent pour les questions relatives au vent

M.1 Objet

L'objet de cette annexe est de donner aux utilisateurs un tableau leur permettant d'effectuer de manière simple alternativement :

- le choix des plaques ;
- le choix des portées ;
- le choix des fixations et de leur densité ;
- la vérification de la couverture.

Le tableau des charges est déterminé en fonction :

- des régions des règles NV ;
- des sites normaux et exposés des règles NV ;
- des hauteurs de bâtiments inférieures ou égales à 10 m, inférieures ou égales à 15 m et inférieures ou égales à 20 m ;
- des dépressions dans les parties courantes ainsi que sur les rives de la couverture.

M.2 Domaine d'application

L'application des Règles NV est toujours obligatoire. Cependant, le respect des règles simplifiées données ci-après permet de répondre à cette obligation dans le cadre du domaine d'application également défini ci-dessous.

Le document ne s'applique qu'à des bâtiments de hauteur inférieure ou égale à 20 m et d'élancement inférieur ou égal à 2,5.

La majoration des dépressions affectant le 1/10 de la largeur ou de la hauteur du bâtiment sur la profondeur du versant n'est pas reprise dans les tableaux car les dispositions minimales figurant dans ce document prennent forfaitairement en compte cet accroissement.

M.3 Coefficients

M.3.1 Coefficients de site

Les sites protégés ne sont pas pris en compte dans ce document compte tenu du faible nombre de cas où ces sites se présentent.

Les pressions dynamiques correspondent à des sites normaux ; seuls les sites exposés sont soumis à majoration (1,35 ; 1,30 ; 1,25 ; 1,20) en fonction des zones (1, 2, 3 et 4).

M.3.2 Coefficients de dimension

Les coefficients de réduction δ sont fonction de la plus grande dimension du maître couple intéressant l'élément considéré. Lorsque les éléments sont continus, les coefficients sont calculés pour la plus grande dimension correspondant à chaque travée isolée.

Les portées usuelles des couvertures cintrées sont de 1,50 à 3,00 m. Afin de n'avoir qu'un seul tableau, le coefficient unique adopté correspond à une dimension de 2 m, soit $\delta = 0,92$, ce qui représente une erreur de 1 % pour une portée de 1,50 m.

M.3.3 Coefficients de pression

Les bâtiments considérés ont des élancements inférieurs ou égaux à 2,5.

De ce fait, prendre $\gamma_0 = 1$, place en sécurité.

En rive de couverture, une majoration de 50 % du coefficient en partie courante affecte le quart de la longueur du bâtiment sur chaque rive de pignon. Etant donné cette importante surface, il n'est retenu qu'un seul coefficient d'action extérieure affectant toute la surface et incluant cette majoration et de ce fait :

$C_e = - 1,10$

Compte tenu des actions intérieures, les coefficients globaux maximaux sont :

- bâtiments fermés (perméabilité $\mu \leq 5$ %) : C = - 1,40 ;
- bâtiments ouverts (perméabilité $\mu \geq 35$ %) : C = - 1,90.

M.4 Dépressions

Le Tableau M.1 donne des charges normales, au sens des Règles NV, en décanewtons par mètre carré.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Type de bâtiment	Hauteur en mètre	Zones (vent)							
		1		2		3		4	
		Site		Site		Site		Site	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
Bâtiments fermés	≤ 10	64	87	78	102	97	122	116	140
	≤ 15	71	96	85	111	107	134	128	154
	≤ 20	77	104	92	120	115	144	138	166
Bâtiments ouverts	≤ 10	88	119	105	137	132	165	158	190
	≤ 15	97	131	116	151	145	182	174	209
	≤ 20	104	141	125	163	156	195	187	225
a) 1 daN/m^2 = 10 N/m^2 = 10 Pa.									

Tableau M.1 Charges normales au sens des règles NV (en daN/m $^{2\ a)}$)

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe N (normative) Application simplifiée des règles neige en vigueur pour les questions relatives à la neige

N.1 Objet

L'objet de cette annexe est de donner aux utilisateurs un tableau leur permettant d'effectuer de manière simple alternativement :

- le choix des plaques ;
- le choix des portées ;
- la vérification de la couverture.

Le tableau des charges est déterminé en fonction :

- des zones des Règles neige en vigueur ;
- du rapport h/l figurant dans l'Annexe 2 des règles N84 modifié 95 pour les toitures courbes.

N.2 Domaine d'application

L'application des Règles neige en vigueur est toujours obligatoire. Cependant, le respect des règles simplifiées données ci-après permet de répondre à cette obligation dans le cadre du domaine d'application également défini ci-dessous.

Le Tableau N.1 s'applique aux couvertures des structures courbes, uniques, cylindriques, convexes, situées à une altitude inférieure ou égale à 200 m ne comportant pas de zones d'accumulation et réalisées avec des plaques nervurées.

N.3 Charges de neige

N.3.1 Cas des toitures de pente supérieure à 5 %

Les charges de neige uniformément réparties en daN/m² à prendre en compte pour le calcul de la détermination des portées d'utilisation des plaques nervurées cintrées sont indiquées dans le Tableau N.1 . Elles prennent en compte la notion de charges accidentelles et elles varient en fonction du rapport h/l de la couverture cintrée.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Angle β en degré à l'égout	Rapport flèche sur corde h/l	Zone 1A	Zone 1B	Zone 2A	Zone 2B	Zone 3	Zone 4
< 22,62	< 0,100	36	50	50	85	85	110
22,62	0,100	44	50	54	85	85	110
23,72	0,105	48	50	59	85	85	110
24,81	0,110	52	52	64	85	85	110
25,91	0,115	56	56	69	85	85	113
26,99	0,120	61	61	74	85	88	121
28,07	0,125	65	65	80	85	94	131
29,15	0,130	70	70	86	86	101	140
30,22	0,135	74	74	91	91	107	149
31,28	0,140	77	77	94	94	111	153
32,34	0,145	79	79	96	96	114	158
33,40	0,150	81	81	99	99	117	162
34,45	0,155	83	83	102	102	120	167
35,49	0,160	86	86	105	105	124	171
36,53	0,165	88	88	107	107	127	176
≥ 37,56	≥ 0,170	90	90	110	110	130	180
a) 1 daN/m² = 10 N/m² = 10 Pa.							

Tableau N.1 Détermination des charges normales (en daN/m²
[a]) **appliquées aux plaques nervurées cintrées**

N.3.2 Cas des toitures de pente inférieure ou égale à 5 %

Pour les zones de toiture ayant une pente ≤ 5 %, il y a lieu d'ajouter la charge s_1 telle que définie à l'article 4 du DTU Neige 84 modifié 95 aux valeurs du Tableau N.1 .

NOTE

Si p représente la pente de la toiture les valeurs de s_1 sont rappelés ci-après :

- 0 % < p ≤ 3 % : s_1 = 20 daN/m²
- 3 % < p < 5 % : s_1 = 10 daN/m²

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe O (normative) Détermination des portées et des charges utiles des plaques nervurées précintrées

O.1 Généralités

La présente annexe a pour objet de définir les portées utiles des plaques nervurées précintrées.

O.2 Exécution des essais de flexion

O.2.1 Modalités

Elles sont définies par les dispositions suivantes :

- les plaques nervurées droites et précintrées doivent être issues de la même bobine ;
- les essais sont réalisés sur 2 appuis ;
- les appuis de largeur 60 mm doivent être tangents au plan de la plaque ;
- pour l'essai sous charge concentrée (voir Figure O.1), conforme à la norme NF P 34-503 , sur les plaques nervurées précintrées par crantage, les cales d'application des charges doivent posséder un dégagement au droit des crans afin de ne pas appuyer directement sur ceux-ci ;
- les essais sous charges linéaires sont conformes à la norme NF P 34-503 , excepté le système d'application des charges positionné au tiers et au deux tiers de la portée (Figures O.2 et O.3) ;
- pour les essais avec des plaques nervurées précintrées, la portée correspond à la corde de l'arc.

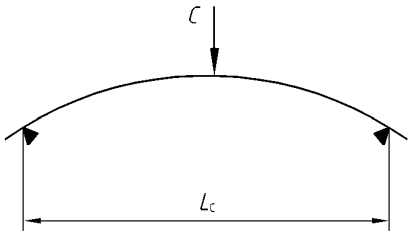


Figure O.1 Essai de flexion sous charge concentrée

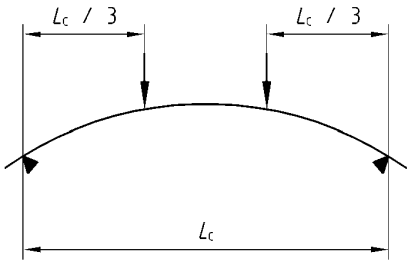


Figure O.2 Essai de flexion sous charges descendantes

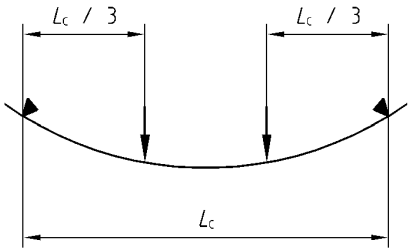


Figure O.3 Essai de flexion sous charges ascendantes

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

O.2.2 Configurations des maquettes

O.2.2.1 Généralités

Les maquettes sont du type a de la norme NF P 34-503 .

La fixation des plaques nervurées droites et précintrées sur appuis est réalisée en sommet de nervures avec des pontets.

Pour les essais sous charge concentrée, la plaque n'est pas fixée.

Pour les essais sous charges linéaires descendantes, seules les nervures de rives sont fixées.

Pour les essais sous charges linéaires ascendantes, toutes les nervures sont fixées.

O.2.2.2 Plaques nervurées précintrées par crantage

Les plaques nervurées précintrées par crantage doivent avoir un rayon de courbure monté sur le banc d' essai de 5 m, une distance entre crans E = 200 mm et posséder un nombre impair de crans de façon à avoir un cran au milieu de la portée.

O.2.2.3 Plaques nervurées précintrées lisses

Les plaques nervurées précintrées lisses doivent avoir un rayon de courbure monté sur le banc de 10 m.

O.2.3 Essai sous charge concentrée

L'essai consiste à déterminer expérimentalement les portées maximales L_C sur deux appuis des plaques nervurées précintrées pour laquelle la ruine survient sous une charge concentrée supérieure ou égale à 200 daN.

O.2.4 Essai sous charges linéaires descendantes

Les essais sont réalisés sur les plaques nervurées droites et précintrées avec la portée L_C déterminée lors de l'essai sous charge concentrée.

Dans le cas des essais sur les plaques nervurées précintrées par crantage, le premier essai est réalisé sur la plaque nervurée précintrée, ceci permet dans le cas où les charges se situeraient sur un cran de décaler leurs points d'application de façon à les centrer entre deux crans. Cette nouvelle répartition des charges doit être appliquée à la plaque nervurée droite.

O.2.5 Essai sous charges linéaires ascendantes

On applique la même méthodologie que pour les essais sous charges linéaires descendantes.

O.3 Interprétation des résultats d'essais

L'essai sous charge concentrée donne la portée maximale L_C d'utilisation des plaques nervurées précintrées, indépendamment des performances sous chargement réparti.

A partir des essais sous charges linéaires, on détermine les valeurs des coefficients de réduction K_d et K_a qui sont définis ci-après :

- pour les charges descendantes, K_d est égal au plus petit des rapports entre :
  - le rapport de la charge de ruine obtenue pour la plaque nervurée précintrée sur la charge de ruine obtenue pour la plaque nervurée droite ;
  - le rapport de la charge de déformation permanente obtenue pour la plaque nervurée précintrée sur la charge de déformation permanente obtenue pour la plaque nervurée droite, si elle peut être mise en évidence lors des essais.
- pour les charges ascendantes, K_a est égal au plus petit des rapports entre :
  - le rapport de la charge de ruine obtenue pour la plaque nervurée précintrée sur la charge de ruine obtenue pour la plaque nervurée droite ;
  - le rapport de la charge de déformation permanente obtenue pour la plaque nervurée précintrée sur la charge de déformation permanente obtenue pour la plaque nervurée droite, si elle peut être mise en évidence lors des essais.

De plus, les coefficients de réduction K_d et K_a à prendre en compte pour le calcul ne peuvent être supérieurs aux valeurs suivantes :

- 1,00 pour les plaques nervurées précintrées lisses ;
- 0,80 pour les plaques nervurées précintrées par crantage.

Les valeurs de L_c , K_a et K_d sont applicables pour la détermination d'une part des portées utiles des plaques nervurées précintrées quel que soit le rayon de cintrage du projet sans excéder le rapport flèche sur portée indiqué au paragraphe 1, et d'autre part l'entraxe ainsi que la position des crans.

O.4 valeurs de calcul

Les coefficients de réduction s'appliquent (par multiplication) aux valeurs de calcul de la plaque nervurée droite telles que définies dans l'Annexe G.

K_d est appliqué à M_{d2T} , M_{d3T} , M_{d3A} et R_d .

K_a est appliqué à M_{a2T} , M_{a3T} , M_{a3A} , S_a , M_{a2TR} , M_{a3TR} , M_{a3AR} , S_{aR} .

O.5 Portées des plaques nervurées précintrées

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

O.5.1 Approche par essai

Les plaques nervurées précintrées sont vérifiées uniquement du point de vue résistance. Le principe de vérification des plaques nervurées précintrées est le même que celui des plaques nervurées droites (voir Annexe G). On remplace uniquement les valeurs de calcul des plaques nervurées droites par celles des plaques nervurées précintrées définies à l'article O.4 .

Les portées maximales d'utilisation des plaques nervurées précintrées sont limitées à la portée L_c et ne sont en aucun cas supérieures aux portées d'utilisation des plaques nervurées droites.

O.5.2 Approche forfaitaire

En l'absence d'essais spécifiques sur les plaques nervurées précintrées, pour une charge donnée, la portée forfaitaire des plaques nervurées précintrées est égale à :

- 0,75 fois la valeur donnée pour les plaques nervurées droites dans le cas des plaques nervurées précintrées lisses ;
- 0,6 fois la valeur donnée pour les plaques nervurées droites dans le cas des plaques nervurées précintrées par crantage.

O.6 Extrapolation

La portée L_c est à déterminer pour chaque épaisseur.

Les valeurs de K_d et K_a peuvent être utilisables pour des épaisseurs supérieures à l'épaisseur d'essai.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe P (normative) Justification mécanique des plaques nervurées cintrées à la pose

P.1 Généralités

La justification peut être établie soit par calcul (voirarticle P.2) soit par essai (voir article P.3) pour une portée et une charge donnée.

Dans le cas d'une vérification par calcul, les seules valeurs de calcul I_3 et I_m utilisées sont celles obtenues conformément à l'Annexe G pour l'épaisseur de tôle testée (toutes extrapolations suivant G.4.1 étant exclues). Les valeurs I_3 et I_m utilisables sont celles indiquées dans un document spécifique établi par le fabricant.

P.2 Détermination par calcul

Il est proposé dans la suite de cette annexe deux méthodes :

- l'une intitulée " générale ", voir P.2.1 ;
- l'autre intitulée " simplifiée ", voir P.2.2 .

P.2.1 Méthode générale

Cette méthode nécessite des connaissances en RDM et doit normalement conduire à l'intervention d'un bureau d'études spécialisé.

P.2.1.1 Principe

Les plaques nervurées cintrées à la pose sont vérifiées uniquement du point de vue résistance.

La portée et le nombre d'appuis sur lequel doit être posée la plaque nervurée étant connus, on détermine le rayon minimum de cintrage à la pose de la plaque nervurée en superposant les sollicitations (moments et réactions aux appuis) créées par le cintrage à la pose d'une part et par les charges d'exploitation d'autre part. L'effet du cintrage à la pose est considéré comme une action permanente ; de ce fait, les coefficients de pondération sont les suivants :

a. effet défavorable du cintrage à la pose :
   - 1,20 à l'état limite de service ;
   - 1,35 à l'état limite ultime ;

b. effet favorable du cintrage à la pose :
   - 1,00 à l'état limite de service et à l'état limite ultime.

P.2.1.2 Méthodologie

Le modèle est basé sur le calcul d'une poutre droite avec appuis dénivelés.

Le rayon minimum de cintrage à la pose est la valeur maximale des rayons minimums obtenus par les vérifications précisées aux P.2.1.5 et P.2.1.6 .

P.2.1.3 Hypothèses

Les valeurs de calcul nécessaires à la détermination du rayon minimum de cintrage à la pose d'une plaque nervurée sont données dans la fiche technique de la plaque nervurée considérée en prenant comme valeur d'inertie :

- I_3 pour les vérifications précisées au P.2.1.5.1 ainsi que pour les vérifications précisées aux P.2.1.5.2 et P.2.1.6 dans le cas de pose sur 3 appuis ;
- I_m pour les vérifications précisées aux P.2.1.5.2 et P.2.1.6 dans le cas de pose sur 4 appuis et plus.

La détermination des moments et réactions d'appuis de la plaque en configuration cintrée doit intégrer d'une part les effets dus au cintrage et d'autre part, les effets dus aux chargements dissymétriques.

P.2.1.4 Portée limite d'utilisation l_u des plaques nervurées cintrées à la pose

Pour l'épaisseur de la plaque nervurée considérée, la portée limite d'utilisation L_u ne peut être supérieure à la portée maximale d'utilisation de la plaque non cintrée définie dans la fiche technique de celle-ci.

P.2.1.5 Action des charges descendantes

P.2.1.5.1 Intégrité - sécurité au montage - situation normale

La plaque nervurée est posée uniquement sur les 3 premiers appuis. On applique sur celle-ci les différents cas de charge définis à la Figure P.1 :

où

- F = 150 daN/m ;
- q = 75 daN/m² ;
- g : poids propre de la plaque nervurée en daN/m².

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

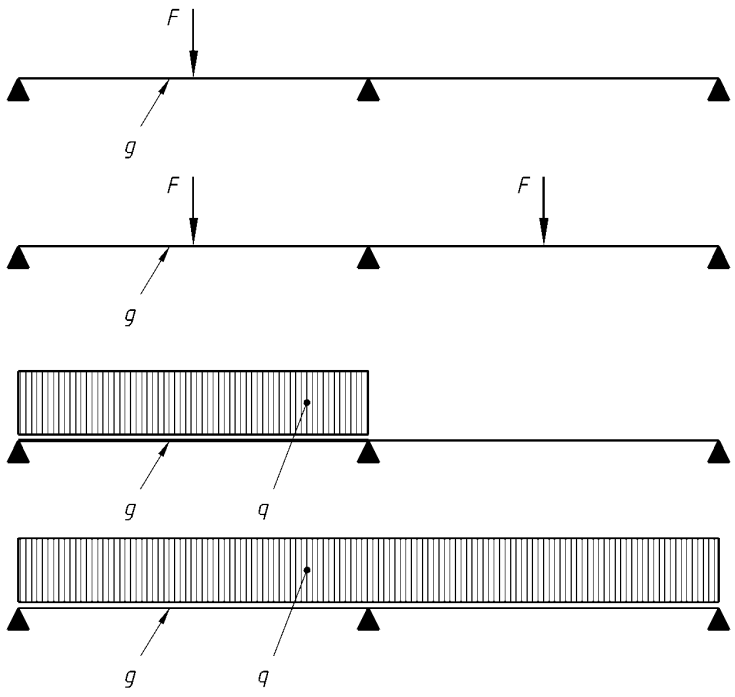


Figure P.1 Cas de charges

A partir des moments sur appuis et des réactions aux appuis, on détermine un rayon minimum pour chaque cas de charge.

P.2.1.5.2 Situation d'exploitation normale

La plaque nervurée est posée sur tous ses appuis. On applique sur celle-ci les charges d'exploitation du projet. En considérant une répartition élasto-plastique, à partir des moments sur appuis et réactions aux appuis, on détermine un rayon minimum pour les charges d'exploitation du projet.

P.2.1.6 Action des charges ascendantes

La plaque nervurée est posée sur tous ses appuis. On applique sur celle-ci les charges d'exploitation ascendantes du projet. En considérant une répartition élastique, à partir des moments en travées et des réactions aux appuis, on détermine un rayon minimum pour les valeurs des charges ascendantes.

P.2.1.7 Vérification des fixations

Les vérifications des fixations sont effectuées avec le vent extrême.

La plaque nervurée est posée sur tous ses appuis.

Le rayon minimum de cintrage à la pose ayant été déterminé conformément aux P.2.1.5 et P.2.1.6 , on vérifie les fixations à partir des réactions aux appuis en répartition élastique.

Les réactions aux appuis sont vérifiées sur les appuis d'extrémité des plaques (recouvertes ou non), en tenant compte des efforts induits par le cintrage et des effets locaux du vent (effort en rive avec un vent considéré comme perpendiculaire aux génératrices). Les valeurs de γm et Se ne sont pas modifiées par rapport à une plaque non cintrée (voir 6.1.4.3.2).

A défaut d'une justification plus précise, on doit retenir pour la justification la formulation (18) définie en P.2.2.4 .

P.2.1.8 Extrapolation en terme d'épaisseur

Cette méthode ne permet aucune extrapolation.

P.2.2 Méthode simplifiée

P.2.2.1 Domaine d'application

Cette méthode vise les plaques nervurées posées sur 3 appuis et plus.

P.2.2.2 Portée limite d'utilisation l_u

Pour l'épaisseur de la plaque nervurée considérée, on détermine une portée limite d'utilisation L_u .

Cette portée limite d'utilisation L_u en mètres est le minimum entre :

- la portée de la plaque nervurée non cintrée indiquée dans la fiche technique pour la charge d'exploitation du projet ;
- la plus petite des portées déterminées à partir des inégalités suivantes :

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

(1) $1,35 \times g \times L^2 / 8 + 1,50 \times F \times L / 4 \leq M_{d2T}$

(2) $1,35 \times g \times L^2 / 8 + 1,50 \times q \times L^2 / 8 \leq M_{d2T}$

(3) $1,35 \times (g + p) \times L^2 / 8 + 1,50 \times S_p \times L^2 / 8 \leq M_{d3T}$

(4) $L^2 \times (1,50 \times S_p - (g + p)) / 8 \leq M_{a3A}$

(5) $1,25 \times L \times (1,50 \times S_p - (g + p)) \leq S_a$

(6) $L < M_{d3A} / 38$

(7) $L < (M_{d3A} / (0,17 \times S_p))1/2$

(8) $L < R_d / (1,7 \times S_p)$

(9) $L < S_a / (1,2 \times S_p)$

(10) $L < (M_{a2T} / (0,11 \times S_p))1/2$

où

- F = 150 daN/m ;
- q = 75 daN/m² ;
- g : poids propre de la plaque nervurée en daN/m² ;
- p : valeur de la charge permanente du projet en daN/m² ;
- S_p : valeur maximale entre la charge d'exploitation descendante ou ascendante du projet avec comme valeur minimale 75 daN/m² ;
- L : portée du projet en m ;
- M_{d2T}, M_{d3T}, M_{d3A}, R_d, M_{a3A} et S_a : valeurs de calcul de la plaque nervurée indiquées dans la fiche technique de la plaque nervurée non cintrée.

P.2.2.3 Méthodologie

Le rayon minimum R en mètres de cintrage à la pose est le maximum de :

(11) $R = h + 10$

(12) $R = (378 \times I_m) / (M_{d3A} - 38 \times L)$

(13) $R = (378 \times I_m) / (M_{d3A} - 0,17 \times L^2 \times S_p)$

(14) $R = (756 \times I_m) / ((R_d - 280) \times L)$

(15) $R = (756 \times I_m) / ((R_d - 1,7 \times L \times S_p) \times L)$

(16) $R = (850 \times I_m) / ((S_a - 1,2 \times L \times S_p) \times L)$

(17) $R = (215 \times I_m) / (M_{a2T} - 0,11 \times L^2 \times S_p)$

où

- h : profondeur en mm de la nervure principale de la plaque nervurée ;
- L : portée du projet en m avec ($L \leq L_u$) déterminée conformément au P.2.2.2 ;
- I_m : valeur de l'inertie (cm^4/ml) en continuité de la plaque nervurée indiquée dans la fiche technique.

P.2.2.4 Vérification des fixations

La vérification est effectuée comme suit :

(18) $(850 \times I_m / (R \times L)) + 1,40 \times S_s \times L \leq n^+_f \times \text{Min}\,(Pk / \gamma_m\ ;\ Se)$

où

- I_m : valeur de l'inertie en continuité de la plaque nervurée indiquée dans la fiche technique ; (en cm^4/m) ;
- R : rayon minimum de cintrage à la pose déterminé conformément au paragraphe P.2.2.3 ; (en m) ;
- L : portée du projet en m ;
- S_s : valeur de la charge d'exploitation ascendante du projet en daN/m² en rives de bâtiment avec vent

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

perpendiculaire aux génératrices au sens des Règles NV65 ;

- n^+_f : densité de fixations par mètre de longueur d'appui ;
- Pk/ γ_m : la résistance de calcul des fixations en daN ;
- Se : valeur maximale forfaitaire en daN des efforts sollicitant chacune des fixations sous les effets du vent extrême. Les valeurs de Se sont indiquées dans le Tableau 7 .

P.2.2.5 Extrapolation en terme d'épaisseur

Cette méthode ne permet aucune extrapolation.

P.3 Détermination par essai

Le but de l'essai est de vérifier la résistance, sous l'effet des charges descendantes, d'une plaque nervurée cintrée à la pose connaissant le rayon, la charge d'exploitation et la portée.

P.3.1 Modalités de l'essai

Elles sont définies par les dispositions suivantes :

- l'essai est réalisé sur 3 appuis uniquement sous charges descendantes conformément à la norme NF P 34-503 ;
- la portée correspond à celle du projet ;
- les appuis d'extrémité doivent être inclinés, l'inclinaison étant déterminée en fonction du rayon de courbure du projet ;
- la fixation de la plaque nervurée considérée débute sur un de ses appuis d'extrémité, puis on la fixe légèrement sur son appui intermédiaire et on continue en la fixant sur son autre appui d'extrémité, puis on termine en revenant serrer les fixations au droit de l'appui intermédiaire.

Afin d'éviter tout bombement des plages de la plaque nervurée lors de la mise en place de la maquette sur ces appuis, on utilise des bois et serre-joints aux droits des appuis d'extrémité.

P.3.2 Configuration de la maquette

La maquette est du type a de la norme NF P 34-503 .

La fixation de la plaque nervurée considérée est réalisée en sommet de nervures avec pontets, seules les nervures de rives sont fixées.

P.3.3 Détermination de l'aptitude au cintrage

P.3.3.1 Charges descendantes

Les charges obtenues dans l'essai ne doivent pas tenir compte du poids propre de la maquette.

On considère que la plaque nervurée est cintrable à la pose pour le cas considéré lorsque l'on obtient à l'essai :

- une valeur de la charge de déformation permanente en daN/m² supérieure ou égale au maximum de (410/L ; 2,20 S_p) ;
- une valeur de la charge de ruine en daN/m² supérieure ou égale au maximum de (675/L ; 2,85 S_p) ;

où :

- L est la portée du projet en m ;
- S_p est la valeur de la charge normale descendante du projet avec comme valeur minimale 75 daN/m².

P.3.3.2 Charges ascendantes

L'aptitude de la plaque nervurée à la résistance aux charges ascendantes peut être vérifiée par le respect des formules qui suivent.

(4') $L^2 \times (1{,}50 \times S_s - (g + p)) / 8 \leq M_{a3A}$

(5') $1{,}25 \times L \times (1{,}50 \times S_s - (g + p)) \leq S_a$

(9') $L < S_a / (1{,}2 \times S_s)$

(10') $L < (M_{a2T} / (0{,}11 \times S_s))1/2$

(16') $R = (850 \times I_m) / ((S_a - 1{,}2 \times L \times S_s) \times L)$

(17') $R = (215 \times I_m) / (M_{a2T} - 0{,}11 \times L^2 \times S_s)$

où

- S_s est la valeur de la charge ascendante du projet en daN/m² en rives de bâtiment avec vent parallèle aux génératrices au sens des règles NV65.

La résistance des assemblages est par ailleurs vérifiée en appliquant la formule (18) du P.2.2.4 .

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe Q (informative) Paramètres de cintrage et de précintrage

Q.1 Paramètres du cintrage

- R : rayon sur charpente
- α : angle au centre (en degrés)
- f : flèche de l'arc
- C : corde de l'arc
- L_D : longueur totale de l'arc

$$R = \frac{C^2}{} + \frac{4F^2}{8F}$$

$$\alpha = 2 \text{ Arc sin} \left(\frac{C}{2R}\right)$$

$$C = 2R \sin \left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$f = R\,(1 - \cos\alpha/2)$$

$$L_D = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

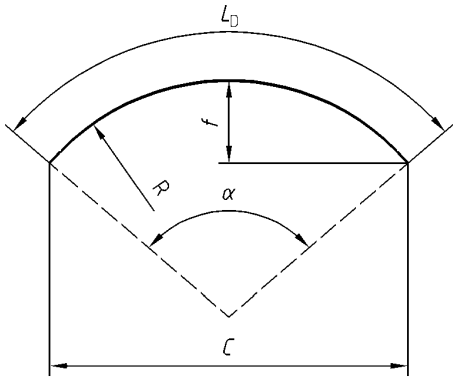


Figure Q.1

Q.2 Précintrage

- R_1 : rayon de précintrage
- L_D : longueur développée totale de la plaque nervurée cintrée
- L_{D1} : longueur développée cintrée
- A, B : débords droits
- h : hauteur des nervures principales

Q.2.1
Précintrage lisse

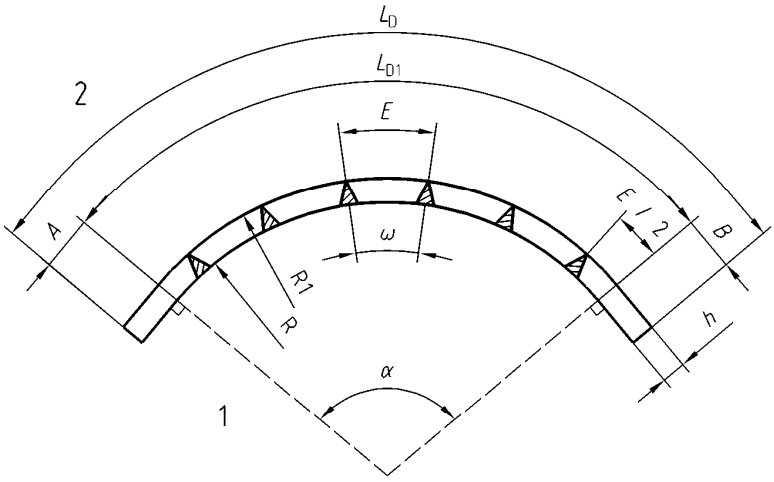
https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

$R_1 = R + h$

$$L_{D1} = \frac{\pi \times R_1 \times \alpha}{180}$$

$L_D = A + L_{D1} + B$



Légende

1 Intérieur

2 Extérieur

Figure Q.2

Q.2.2 Précintrage par crantage

- E : entre-axe entre 2 crans successifs
- ω : angle entre 2 crans successifs
- R_1 : R + h

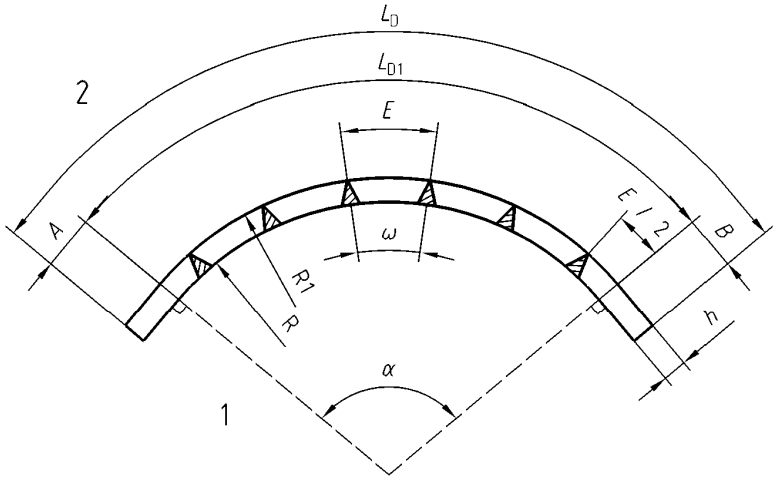
$$E = \frac{(\pi \times R_1 \times \omega)}{180}$$

$$L_{D1} = \frac{\pi \times R_1 \times \alpha}{180}$$

$L_D = A + L_{D1} + B$

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Intérieur

2 Extérieur

Figure Q.3

© AFNOR 2006 - Imprimé par VINCI CONSTRUCTION FRANCE le 26/12/2013

https://www.engcopilot.com/